



## PEMODELAN REGRESI SPASIAL MENGGUNAKAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*

Yuninda Diah Pratiwi<sup>1</sup>, Scolastika Mariani, Putriaji Hendikawati

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Agustus 2018  
Disetujui Juli 2020  
Dipublikasikan Agustus 2020

#### Keywords:

*Geographically Weighted Regression,  
Fixed Kernel Gaussian, Adaptive  
Kernel Bisquare*

### Abstrak

Model regresi linier secara umum bersifat global, dimana estimasi parameternya bernilai sama untuk semua lokasi. Pada kenyataannya, antara lokasi satu dengan lainnya memiliki kondisi yang berbeda. Hal ini memungkinkan adanya keragaman spasial antar lokasi. GWR merupakan metode statistika yang digunakan dalam menganalisis keragaman spasial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi AHH dengan membandingkan model terbaik dari regresi linier dengan GWR pada pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptif kernel bisquare*. Data yang digunakan bersumber dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016 dan Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2017. *Software* yang digunakan adalah R.3.4.3 dan ArcView GIS 3.3. Uji kesesuaian model dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan antara model regresi linier dengan GWR. Hasil penelitian menunjukkan model GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* merupakan model terbaik dilihat dari AIC terkecil sebesar 55,911 dan ( $R^2$ ) terbesar sebesar 0,9587. Terbentuk 8 kelompok lokasi yang memiliki peubah penjelas sama yang signifikan terhadap AHH.

### Abstract

*Linear regression model is generally global, its parameter estimates the same value for all locations. In fact, the location with others has different conditions. This condition have possibility for spatial diversity between locations. GWR is one of a statistical method used in analyzing spatial diversity. This study aims to analyze the factors that influence life expectancy by comparing the best model of linear regression with GWR in fixed kernel gaussian and adaptive kernel bisquare. The data that used cofmes from Health Profile of Central Java Province in 2016 and Central Java Province In 2017. Software that used is R.3.4.3 and ArcView GIS 3.3. The model suitability test is done to find out the differences between linear regression with GWR models.. The result shows that GWR model with fixed kernel gaussian weighting function is the best model that can be seen from the smallest AIC of 55,911 and the biggest ( $R^2$ ) is 0,9587. There were 8 location groups having the same independent variables that were significant to life expectancy.*

### How to Cite

Pratiwi Y.D., Mariani S., & Hendikawati P. (2019). Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan *Geographically Weighted Regression* Dengan Pembobot Fixed Kernel Gaussian Dan Adaptive Kernel Bisquare. *UNNES Journal of Mathematics* 8(2):32-41

## PENDAHULUAN

Model regresi linier secara umum bersifat global, dimana estimasi parameternya bernilai sama untuk semua lokasi pengamatan. Model persamaan global akan memberikan informasi yang akurat untuk wilayah lokal jika tidak ada atau hanya ada sedikit keragaman antar wilayah lokalnya (Fotheringham *et al* , 2002). Pada kenyataannya, antara lokasi satu dengan lokasi lainnya memiliki kondisi yang berbeda, sehingga data antar pengamatan sangat sulit dianalisis menggunakan regresi linier. Mengabaikan uji keragaman spasial dalam model regresi akan mengakibatkan hasil yang diperoleh kurang sesuai. Kondisi antar lokasi yang berbeda diduga akan memberikan efek keragaman spasial, seperti yang dikemukakan Anselin dan Getis (1992) yang mengatakan pengaruh spasial antar lokasi dapat disebabkan oleh keragaman spasial, yaitu satu peubah penjelas yang sama memberikan respon yang berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya.

*Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan salah satu metode statistika yang digunakan dalam menganalisis keragaman spasial yang menggunakan matriks pembobot yang besarnya tergantung pada kedekatan antar lokasi serta menghasilkan estimasi parameter model yang bersifat lokal untuk setiap lokasi dan berbeda dengan lokasi lainnya (Fotheringham *et al*, 2002). Fungsi *kernel* menggunakan unsur jarak antar lokasi pengamatan yang nilainya kontinu, sehingga diharapkan hasil analisis akan lebih baik (Rahmawati dan Djuraidah, 2010).

Angka harapan hidup (AHH) merupakan salah satu indikator atau penilaian derajat kesehatan suatu negara dan digunakan sebagai acuan dalam berhasilnya perencanaan program-program kesehatan pemerintah (Ayuni, 2015). Semakin tingginya AHH maka derajat kesehatan masyarakat semakin baik begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu, AHH dapat digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

AHH penduduk di Indonesia tercatat 70,1 pada tahun 2010-2015, meningkat dari posisi sebelumnya pada tahun 2005-2010 sebesar 69,1. Hal ini menunjukkan semakin meningkat kualitas hidup dan kesehatan masyarakat di Indonesia. AHH menurut Kabupaten atau Kota di Jawa Tengah menunjukkan adanya perbedaan antar lokasi. Kabupaten Sukoharjo menempati posisi pertama pada tahun 2016 dan posisi kedua ditempati Kota Semarang (BPS, 2017). Berdasarkan permasalahan

tersebut, bahwa AHH menurut kabupaten/kota di Jawa Tengah sangat mungkin dipengaruhi oleh unsur lokasi karena adanya perbedaan antar lokasi, sehingga AHH di Jawa Tengah telah memenuhi syarat untuk dilakukan analisis menggunakan model GWR.

Terdapat penelitian yang terkait dengan model GWR diantaranya, Fatulloh (2013), menyimpulkan bahwa model RTG lebih baik dibandingkan dengan model regresi linier untuk menjelaskan keragaman spasial PDRB di Pulau Jawa. Saefuddin *et al* (2011), menyimpulkan model GWR memiliki kinerja yang lebih baik daripada OLR berdasarkan residual,  $R^2$ , AIC dan beberapa uji lain serta fungsi *Gaussian* menghasilkan nilai *bandwidth* optimum. Yuhan dan Sitorus (2017) menyimpulkan bahwa GWR dengan pembobot *adaptif bisquare* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan OLS dalam menjelaskan kelompok hampir miskin di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut, terdapat penelitian terdahulu yang mengatakan bahwa *fixed kernel gaussian* merupakan pembobot terbaik dan terdapat penelitian terdahulu yang lain mengatakan bahwa *adaptif kernel bisquare* merupakan pembobot terbaik, sehingga peneliti mencoba untuk menganalisis data AHH di Jawa Tengah Tahun 2016 dengan membandingkan model terbaik dari regresi linier yang belum mengakomodasikan adanya aspek spasial dengan model GWR dengan menggunakan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptif kernel bisquare* berdasarkan nilai AIC terkecil dan  $R^2$  terbesar. Hal tersebut yang menjadi latar belakang dalam melakukan penulisan skripsi ini dengan judul "Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan *Geographically Weighted Regression* dengan Pembobot *Fixed Kernel Gaussian* dan *Adaptive Kernel Bisquare*".

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) Manakah analisis terbaik dalam pemodelan regresi spasial *Geographically Weighted Regression* dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*? (2) Peubah penjelas apa saja yang berpengaruh terhadap AHH untuk setiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2016 pada fungsi pembobot terbaik?

Menurut Rahmawati dan Djuraidah (2010), persamaan regresi linier didefinisikan menggunakan metode pendugaan parameter *ordinary least square* (OLS), yang secara umum dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \sum_{k=1}^p x_{ik}\beta_k + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Pendugaan  $\beta$  dilakukan dengan menggunakan metode OLS, yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat  $\varepsilon'\varepsilon$ . Nilai  $\beta$  diduga dengan persamaan.

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y \tag{2}$$

Fotheringham et al (2002) mendefinisikan GWR sebagai metode regresi yang menghasilkan penduga parameter untuk memprediksi respon setiap lokasi. Setiap nilai parameter akan dihitung pada setiap titik lokasi geografis sehingga titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Bentuk umum model GWR sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \tag{3}$$

dimana  $(u_i, v_i)$  adalah koordinat *longitude latitude* dari titik ke- $i$  pada suatu lokasi geografis,  $\beta_0(u_i, v_i)$  adalah konstanta pada pengamatan ke- $i$ ,  $\beta_k(u_i, v_i)$  adalah koefisien regresi peubah penjelas ke- $k$  pada masing-masing lokasi dan  $\varepsilon_i$  adalah *error* yang diasumsikan identik, *independent*, dan berdistribusi.

Metode penaksir parameter pada model GWR adalah dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap lokasi pengamatan. Sehingga dapat dituliskan pendugaan parameter sebagai berikut.

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) y \tag{4}$$

dimana  $\hat{\beta}(u_i, v_i) (\hat{\beta}_{i0}, \hat{\beta}_{i1}, \hat{\beta}_{i2}, \dots, \hat{\beta}_{ip})^T$  adalah vektor koefisien regresi lokal dan  $W(u_i, v_i)$  adalah matriks diagonal dengan elemen pada diagonalnya merupakan pembobot geografis pada setiap data untuk lokasi pengamatan ke- $i$  dan elemen lainnya merupakan angka nol.

Statistika yang digunakan dalam pengujian kesesuaian model sebagai berikut.

$$F^* = \frac{SSE(H_0)/df_1}{SSE(H_1)/df_2} \tag{5}$$

Fungsi pembobot kernel yang digunakan diantaranya.

1. Fungsi *Fixed Kernel*, yaitu untuk semua lokasi pengamatan memiliki nilai *bandwidth* yang sama. Salah satu fungsi pembobot *fixed kernel* adalah *fixed kernel gaussian*, dengan statistik yang digunakan

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \tag{6}$$

2. Fungsi *Adaptive Kernel*, yaitu untuk setiap lokasi pengamatan memiliki nilai *bandwidth* yang berbeda-beda. Salah satu fungsi pembobot *adaptive kernel* adalah *adaptive kernel bisquare*, dengan statistik yang digunakan.

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right]^2, & \text{jika } d_{ij} < b \\ 0, & \text{jika } d_{ij} \geq b, \end{cases} \tag{7}$$

dimana  $d_{ij}$  adalah jarak antara titik lokasi  $i$  dan lokasi  $j$  yang didapatkan dari jarak *euclid*  $(d_{ij})^2 = (u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2$ ,  $b$  adalah parameter non negatif yang dikenal dengan *bandwidth*.

## METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data dan kesimpulan. Identifikasi masalah diperlukan untuk mengetahui batasan masalah yang ada, sehingga mempermudah dalam langkah pemecahan masalah.

Pengumpulan data bersumber dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016 yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2017 yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. Peubah penelitian yang digunakan yaitu angka harapan hidup ( $y$ ), angka kematian bayi ( $X_1$ ), balita gizi buruk ( $X_2$ ), penduduk miskin ( $X_3$ ), kepadatan penduduk ( $X_4$ ) dan rumah tangga ber PHBS ( $X_5$ ).

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pemilihan peubah berdasarkan nilai korelasi yang memiliki hubungan linier.
2. Melakukan uji asumsi normalitas menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dan asumsi multikolinieritas dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada regresi linier.
3. Uji keragaman spasial dengan menggunakan uji *Breusch Pagan test*.
4. Jika asumsi kenormalan dan asumsi multikolinieritas terpenuhi dan terdapat keragaman spasial maka analisis yang digunakan adalah GWR.
5. Menentukan koordinat *longitude-latitude* pada setiap titik lokasi pengamatan.
6. Menghitung jarak *euclid* antar lokasi pengamatan.
7. Menentukan *bandwidth* optimum dengan melihat *Cross Validation* (CV) yang minimum.
8. Menghitung matriks pembobot  $W_{ij}$  pada setiap lokasi pengamatan dengan fungsi *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*.

9. Menaksir parameter pada model GWR dengan menggunakan *bandwidth* optimum.
10. Uji kesesuaian model dengan melakukan uji F.
11. Melihat kebaikan model dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang terbesar dan *Akaike Information Criterion* (AIC) yang terkecil untuk model GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*.
12. Uji parsial jika model GWR lebih baik untuk menentukan peubah penjelas yang berpengaruh terhadap AHH di setiap lokasi pengamatan.

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan keseluruhan pemecahan jawaban dari bahan-bahan pustaka dan pembahasan yaitu uji kesesuaian model dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan GWR. Melihat nilai  $R^2$  yang terbesar dan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) yang terkecil untuk mengetahui model terbaik antara regresi linier dan GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptif kernel bisquare*. Melakukan uji parsial tiap lokasi untuk mendapatkan peubah penjelas yang signifikan terhadap AHH.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

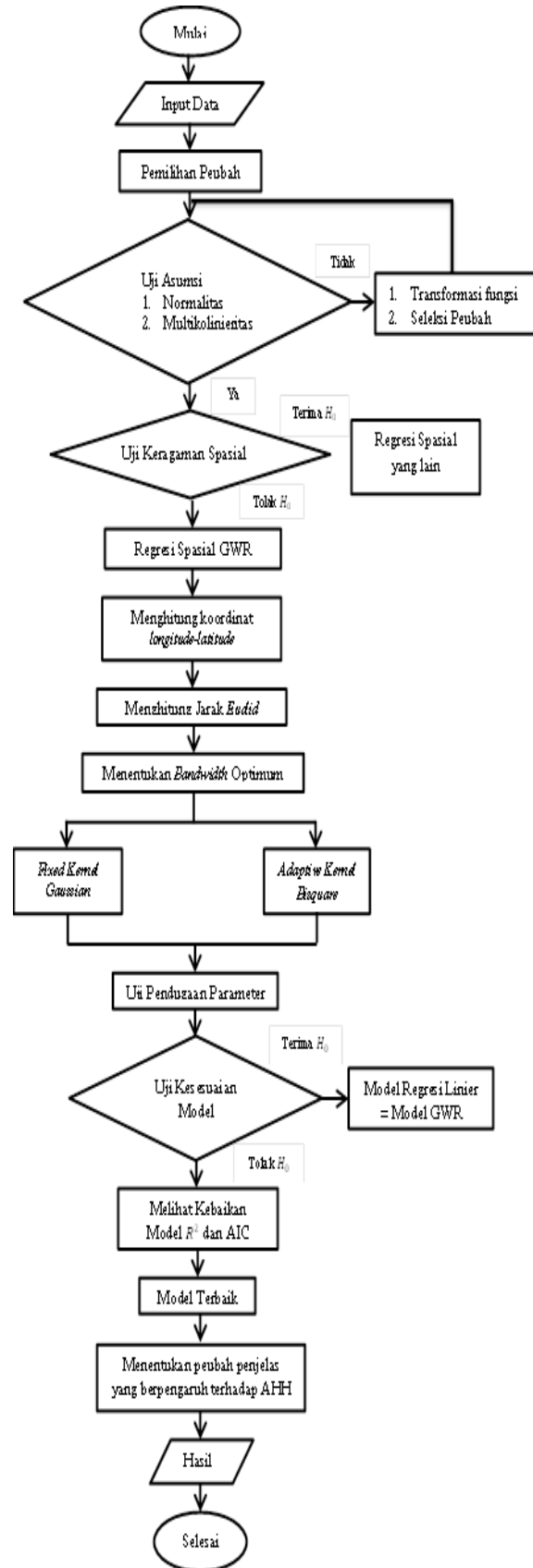
**Deskripsi Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder tentang faktor-faktor yang diduga mempengaruhi AHH di Provinsi Jawa Tengah tahun 2016 berdasarkan studi literatur dan nilai korelasi. Menurut Chatterjee dan Hadi (2006) mengatakan jika terdapat nilai korelasi antar peubah bernilai 0 maka tidak terdapat hubungan linier antar peubahnya. Hasil dari nilai korelasi untuk masing-masing peubah penjelas terhadap peubah respon dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Korelasi *Pearson*

Peubah	Nilai Korelasi
$X_1$ dengan $y$	-0,59292
$X_2$ dengan $y$	-0,65884
$X_3$ dengan $y$	-0,63782
$X_4$ dengan $y$	0,32019
$X_5$ dengan $y$	0,47439

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antar peubah penjelas terhadap peubah respon yang dapat dijadikan sebagai indikator tidak adanya autokorelasi dalam model regresi yang dibentuk.



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Data

**Uji Asumsi**

Tahap awal yang harus dilakukan dalam pembentukan model GWR yaitu uji asumsi kenormalan, dengan kriteria tolak  $H_0$  pada uji *kolmogorov-smirnov* dengan melihat nilai  $D > D_{tabel}$  atau nilai signifikan kurang dari  $\alpha$  (alpha). Dengan bantuan software R 3.4.3 diperoleh nilai *p-value* sebesar  $0,8759 > 0,05$ . Sehingga dapat diasumsikan bahwa residual model berdistribusi normal. Selanjutnya uji asumsi multikolinieritas dengan menghitung nilai VIF dari masing-masing peubah penjelas. Pelanggaran asumsi multikolinieritas dilakukan dengan melihat nilai *VIF*  $> 10$  sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Nilai VIF Peubah Penjelas

Peubah Penjelas	VIF
$X_1$	2,263032
$X_2$	1,968087
$X_3$	1,423651
$X_4$	1,881921
$X_5$	1,721912

Tabel 2 menunjukkan bahwa masing-masing peubah penjelas memiliki nilai VIF kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pelanggaran asumsi multikolinieritas.

**Uji Keragaman Spasial**

Pelanggaran atas asumsi ini disebut heteroskedastisitas, yaitu variansi *error* tidak sama antara satu pengamatan ke pengamatan lain. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui adanya keragaman spasial antar kabupaten/kota. Kriteria penolakan  $H_0$  pada uji *BP test* dengan melihat nilai  $BP > X^2_{(p)}$  atau *p value*  $< \alpha$ . Diperoleh nilai  $BP = 11,638 > \chi^2_{(5;0.05)} = 11,1$  atau nilai *p-value*  $0,0401 < 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya heteroskedastisitas yang memberikan efek keragaman spasial antar lokasi pengamatan.

Berdasarkan pengujian pada data AHH memenuhi asumsi normalitas residual, tidak terjadi multikolinieritas dan terdapat keragaman spasial, sehingga model GWR tepat digunakan untuk analisis data.

**Regresi Spasial GWR**

Data perlu dianalisis menggunakan model regresi linier, sebelum data tersebut dianalisis menggunakan GWR. Hasil dari estimasi regresi linier dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Model Regresi Linier

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t-value</i>	<i>p-value</i>
AHH	76,1227	2,2735	33,482	0,0000
$X_1$	-0,0028	0,0034	-0,821	0,4186
$X_2$	-0,0392	0,0119	-3,293	0,0026
$X_3$	-0,2399	0,0564	-4,255	0,0002
$X_4$	-0,0002	0,0001	-1,906	0,0666
$X_5$	0,0436	0,0263	1,66	0,1076
<i>R-Squared</i>	0,7149			
<i>F-Statistic</i>	14,54			
<i>p-value</i>	0,00000			
AIC	116,083			

Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 71,49% menunjukkan bahwa pengaruh peubah penjelas terhadap peubah respon di dalam model regresi linier sebesar 71,49% sedangkan 38,51% dipengaruhi peubah lain yang tidak diteliti. Mengetahui baik atau tidaknya model tersebut dilakukan uji kesesuaian model regresi linier, sehingga hasil yang diperoleh  $F_{hitung} = 14,54 > F_{(5;29;95)} = 2,55$  menunjukkan bahwa model regresi linier sudah baik digunakan dalam analisis untuk menggambarkan hubungan antara peubah penjelas terhadap peubah respon. Pengujian secara individu digunakan untuk menguji ada tidaknya pengaruh masing-masing peubah penjelas terhadap model regresi linier, pada Tabel 4 menunjukkan bahwa angka kematian bayi, kepadatan penduduk dan rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat tidak berpengaruh signifikan terhadap AHH pada tingkat kepercayaan 95% dan  $t_{tabel(30;0,95)} = 2,042$ . Sedangkan balita gizi buruk dan penduduk miskin berpengaruh signifikan terhadap AHH pada tingkat kepercayaan 95% dan  $t_{tabel(30;0,975)} = 2,042$ .

Tahap awal yang harus dilakukan pada model GWR yaitu menentukan koordinat *latitude-longitude* untuk setiap kabupaten/kota yang akan digunakan untuk menghitung jarak *euclid* dari masing-masing kabupaten/kota. Jarak *euclid* ini akan digunakan untuk mencari matriks pembobot. Sebelum mencari nilai matriks pembobot, ditentukan nilai *bandwidth* pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*.

Nilai *bandwidth optimum* pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* sebesar 0.3360172 bernilai sama untuk semua kabupaten/kota. Fungsi pembobot *adaptif kernel bisquare* memiliki nilai *bandwidth* yang berbeda-beda untuk setiap lokasi, dengan bantuan *syntax* pada R 3.4.3 diperoleh nilai *bandwidth* untuk masing-masing kabupaten/kota dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *Bandwidth Adaptive Kernel Bisquare*

Kabupaten/Kota	Nilai Bandwidth
Cilacap	1,6317394
Banyumas	1,3736375
Purbalingga	1,0559323
Banjarnegara	0,8892205
Kebumen	0,9931155
Purworejo	0,8653302
Wonosobo	0,8369397
Magelang	0,7527463
Boyolali	0,7853287
Klaten	0,9453233
Sukoharjo	0,9194396
Wonogiri	1,1412342
Karanganyar	1,0400160
Sragen	0,9132597
Grobogan	0,7920743
Blora	1,2316585
Rembang	1,3556063
Pati	1,1025911
Kudus	0,9570933
Jepara	1,0665113
Demak	0,7715488
Semarang	0,7123346
Temanggung	0,7605687
Kendal	0,7849278
Batang	0,8489447
Pekalongan	0,8955233
Pemalang	1,0402911
Tegal	1,3295133
Brebes	1,5687910
Kota Magelang	0,7987816
Kota Surakarta	0,8529636
Kota Salitiga	0,7342521
Kota Semarang	0,7702659
Kota Pekalongan	0,9175421
Kota Tegal	1,3590286

Nilai *bandwidth optimum* pada fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* akan disubstitusikan kedalam fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dalam pembentukan matriks pembobot, sehingga diperoleh.

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{0,3360172} \right)^2 \right]$$

Matriks pembobot yang dibentuk dari fungsi *fixed kernel gaussian* berbeda-beda untuk masing-masing kabupaten/kota. Misalkan Kabupaten Cilacap dengan kabupaten/kota lainnya, yaitu.

$$W(u_1, v_2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,7185 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0,0068 & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,0718 \end{bmatrix}$$

Nilai *bandwidth optimum* pada fungsi pembobot *adaptif kernel bisquare* berbeda-beda untuk setiap lokasi. Nilai tersebut disubstitusikan kedalam fungsi pembobot *adaptif kernel bisquare* untuk masing-masing kabupaten/kota. Misalkan untuk Kabupaten Cilacap, diperoleh.

$$w_j(u_i, v_i) = \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{1,6317394} \right)^2 \right]^2$$

Matriks pembobot yang dibentuk dari fungsi *adaptive kernel bisquare* berbeda-beda untuk masing-masing kabupaten/kota. Misalkan Kabupaten Cilacap dengan kabupaten/kota lainnya, yaitu.

$$W(u_1, v_2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,9447 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0,3331 & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,6033 \end{bmatrix}$$

Guo et al (2013) menjelaskan bahwa model GWR akan lebih fit dengan ukuran *bandwidth* yang lebih kecil yaitu fungsi kernel tetap dan fungsi kernel tetap menghasilkan distribusi spasial yang lebih halus dibandingkan dengan fungsi adaptif. Menurut Gollini et al (2015) dalam Ramadhan dan Kurniawan (2016) menjelaskan bahwa jika dibandingkan *gaussian* dengan *bisquare*, ternyata fungsi *bisquare* cenderung tidak memperhatikan lagi wilayah yang berada diluar *bandwidth*-nya. Padahal belum tentu wilayah yang jauh tidak memberikan pengaruh terhadap wilayah penelitian itu sendiri. Sedangkan *gaussian* masih memperhatikan wilayah lain yang berada diluar *bandwidth*-nya karena *bandwidth* hanya menyatakan pengaruh besar jika wilayah lain ada didalam area *bandwidth* dan pengaruh kecil jika diluar. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh penulis sesuai dengan penelitian yang dilakukan Guo et al (2013) dan Gollini et al (2015) yaitu fungsi *fixed* lebih baik dibandingkan dengan fungsi *adaptive*.

Hasil pendugaan parameter pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gauss* dan *adaptive kernel bisquare* dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Penduga Parameter Pembobot *Fixed Kernel Gaussian*

	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$
Minimum	74,625	-0,02777	-0,05255	-0,35167	-0,00037	-0,21858
Kuartil 1	75,732	-0,00308	-0,04125	-0,29028	-0,00010	-0,00925
Median	76,777	-0,00106	-0,03172	-0,22174	-0,00003	0,02854
Kuartil 3	79,848	0,00110	-0,01676	-0,17611	0,00002	0,03958
Maksimum	95,126	0,00793	0,02532	-0,04079	0,00016	0,05215
Global	76,1227	-0,0028	-0,0392	-0,24	-0,0002	0,0437

Tabel 6. Penduga Parameter Pembobot *Adaptive Kernel Bisquare*

	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$
Minimum	74,365	-0,01668	-0,06107	-0,38487	-0,00035	-0,07915
Kuartil 1	75,733	-0,00303	-0,04670	-0,27243	-0,00017	-0,00709
Median	76,520	-0,00202	-0,02827	-0,19555	-0,00003	0,02631
Kuartil 3	79,676	0,00120	-0,01743	-0,16269	0,00001	0,03474
Maksimum	85,163	0,01353	-0,00313	-0,13592	0,00012	0,05570
Global	76,1227	-0,0028	-0,0392	-0,24	-0,0002	0,0437

Pada model GWR, memungkinkan suatu peubah penjelas yang sama memiliki hubungan yang berbeda yaitu bernilai positif di kabupaten/kota dan bernilai negatif di kabupaten/kota yang lainnya. Sehingga peubah penjelas yang sama dapat berpengaruh positif maupun negatif terhadap AHH untuk setiap kabupaten/kota yang berbeda. Uji kesesuaian model GWR pada pembobot *fixed kernel gaussian*, diperoleh nilai  $F_{hitung} = 6,9111 > F_{tabel} = 2,217$  dan  $P_{value} = 0,002226 < 0,05$ . Pada pembobot *adaptive kernel bisquare*, diperoleh nilai  $F_{hitung} = 4,4631 > F_{tabel} = 2,095$  dan  $P_{value} = 0,004169 < 0,05$ . Sehingga dengan tingkat kepercayaan 95%, maka tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan GWR. Sehingga dapat dikatakan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dalam menjelaskan hubungan peubah penjelas terhadap peubah respon. Hasil perbandingan model terbaik antara model regresi linier dan model GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kebaikan Model

Model	AIC	R Square
Regresi Linier	116.083	0.7149
<i>Fixed Kernel Gauss</i>	55.911	0.9587
<i>Adaptive Kernel Bisquare</i>	68,929	0.9361

Hasil perbandingan indikator untuk menentukan model terbaik diperoleh model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* memiliki nilai AIC terkecil sebesar 55,911 dan memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) terbesar sebesar 95,87%. Berdasarkan kedua indikator yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dan *fixed kernel gaussian* merupakan fungsi pembobot terbaik dalam membangun model GWR dibandingkan *adaptive kernel bisquare* pada data AHH di kabupaten/kota di Jawa Tengah Tahun 2016. Sesuai yang dijelaskan Mariani et al (2017) bahwa *spatial error model* (SEM) dipilih karena memiliki nilai  $R^2$  terbesar dan AIC terkecil. Sehingga berdasarkan penelitian tersebut bahwa pemilihan model terbaik dapat menggunakan indikator koefisien determinasi tertinggi ( $R^2$ ) dan AIC terkecil.

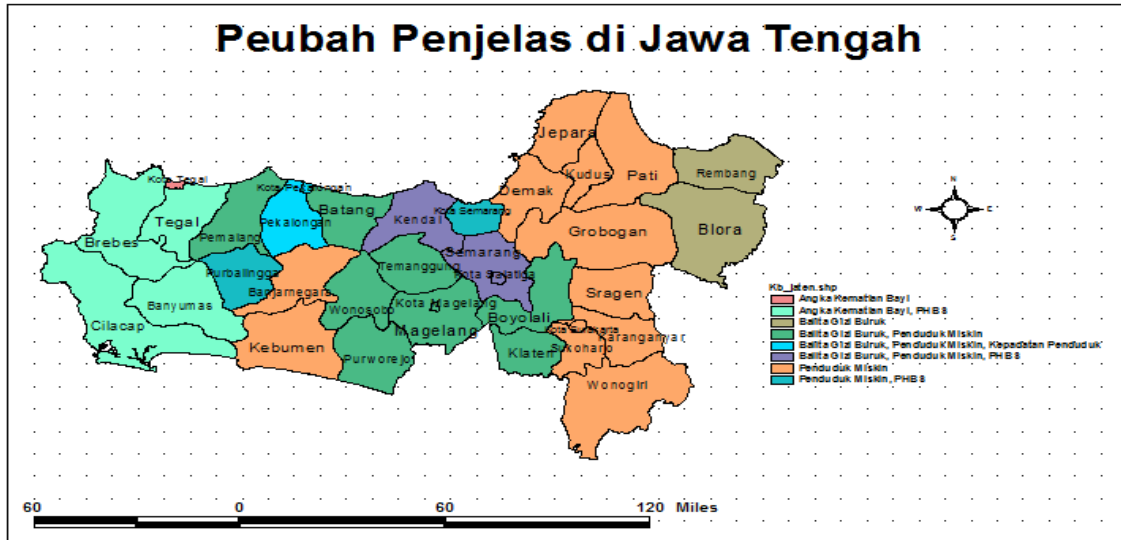
Berdasarkan kesimpulan dapat dilakukan uji parsial untuk masing-masing lokasi. Hasil pengelompokan uji parsial pada peubah penjelas yang signifikan terhadap AHH dengan taraf signifikan 5% dengan pembobot *fixed kernel gaussian* untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Tengah dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan terdapat 8 kelompok lokasi yang memiliki peubah penjelas sama yang signifikan terhadap AHH di Jawa Tengah Tahun 2016. Pada model regresi linier peubah penjelas angka kematian bayi, kepadatan penduduk, dan rumah tangga yang ber-PHBS tidak signifikan terhadap AHH

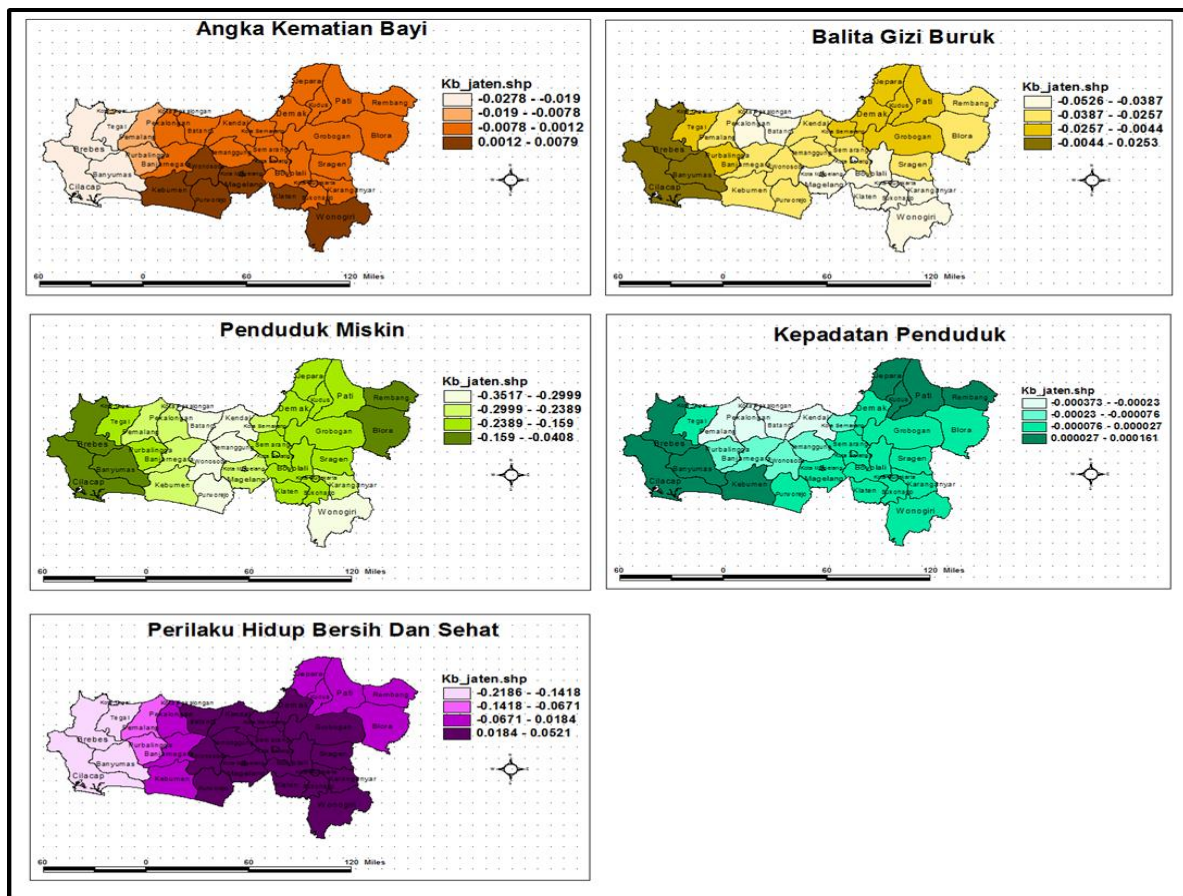
di Jawa Tengah, tetapi pada model GWR peubah penjelas tersebut signifikan di beberapa kabupaten/kota di Jawa Tengah.

**Pola Persebaran Koefisien Peubah**

Dalam mendeskripsikan persebaran koefisien penjelas berpengaruh terhadap AAH di Jawa Tengah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Persebaran Signifikansi Peubah Penjelas Terhadap AAH



Gambar 3. Persebaran Koefisieh Peubah Penjelas



Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa sebaran masing-masing peubah terbagi menjadi 4 kelompok dan rata-rata lokasi yang berdekatan memiliki nilai koefisien yang relatif sama yang mengakibatkan terjadinya pengelompokan. Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh letak geografis untuk tiap kabupaten/kota di Jawa Tengah. Oleh karenanya, AHH di suatu daerah sangat penting untuk diteliti guna mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap AHH. Sehingga pemerintah di kabupaten/kota tersebut dapat menentukan kebijakan dalam rangka meningkatkan AHH masyarakat di suatu daerah yang memiliki AHH yang rendah.

## PENUTUP

Dari hasil penelitian dan pembahasan terkait pemodelan *Geographically Weighted Regression* dengan pembobot *Fixed Kernel Gaussian* dan *Adaptive Kernel Bisquare* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut (1) Model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* memiliki nilai AIC terkecil sebesar 55,911 dan memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) terbesar sebesar 0,9587. Berdasarkan kedua indikator yang digunakan, menunjukkan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dan *fixed kernel gaussian* merupakan fungsi pembobot terbaik dalam membangun model GWR pada data AHH di kabupaten/kota di Jawa Tengah Tahun 2016 (2) Peubah penjelas sama yang signifikan terhadap angka harapan hidup di Jawa Tengah Tahun 2016 pada model GWR dengan fungsi pembobot terbaik yaitu (a) peubah angka kematian bayi signifikan di Kota Tegal, (b) peubah balita gizi buruk signifikan di Blora dan Rembang, (c) peubah penduduk miskin signifikan di Banjarnegara, Kebumen, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Pati, Kudus, Jepara, Demak dan Kota Surakarta, (d) peubah angka kematian bayi dan rumah tangga yang ber-PHBS signifikan di Cilacap, Banyumas, Tegal dan Brebes, (e) peubah Balita Gizi Buruk dan Penduduk Miskin signifikan di Purworejo, Wonosobo,

Magelang, Boyolali, Klaten, Temanggung, Batang, Pemalang dan Kota Magelang, (f) peubah penduduk miskin dan rumah tangga yang ber-PHBS signifikan di Purbalingga dan Kota Semarang, (g) peubah balita gizi buruk, penduduk miskin dan rumah tangga yang ber-PHBS signifikan di Semarang, Kendal dan Kota Salatiga, (h) peubah balita gizi buruk, penduduk miskin dan kepadatan penduduk signifikan di Pekalongan dan Kota Pekalongan.

Saran yang dapat disampaikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu (1) sebagai upaya pemberian masukan kepada pemerintah khususnya Dinas Kesehatan untuk penentuan kebijakan dalam rangka meningkatkan AHH masyarakat di suatu daerah yang memiliki AHH yang rendah (2) Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa peubah penjelas yang dominan mempengaruhi AHH di Provinsi Jawa Tengah yaitu penduduk miskin. Oleh karenanya pemerintah perlu melakukan program dalam rangka mengurangi tingkat kemiskinan di Jawa Tengah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L & Getis, A. 1992. Spatial Statistical Analysis and Geographic Information Systems. *The Annals of Regional Science*, 26: 19-33.
- Ayuni, N. W. D. 2015. Pemodelan Angka Harapan Hidup Di Jawa Timur Dengan Menggunakan Metode Feed Forward Neural Network. *Soshum Jurnal Sosial dan Humaniora*, 5(2): 103-113.
- BPS. 2017. Angka Harapan Hidup Penduduk Beberapa Negara tahun 1995-2015. Tersedia di <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/22/1517/angka-harapan-hidup-penduduk-beberapa-negara-tahun-1995-2015.html>.
- BPS. 2017. *Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka Jawa 2017*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.

- Chatterjee, S & Hadi, A. S. 2006. *Regression Analysis by Example*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Fotheringham, A. S., Brundson, C., & Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Guo, L., Ma, Z., & Zhang, L. 2008. Comparison of Bandwidth Selection in Application of Geographically Weighted Regression: a Case Study. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(9):2526-2534.
- Mariani, S., Wardono, Masrukan & Fauzi, F. 2017. The ArcView And Geoda Application In Optimization Of Spatial Regression Estimate. *Journal Of Theoretical Aand Applied Information Technology*, 95(5): 1102-1115.
- Rahmawati, R & Djuraidah, A. 2010. Regresi Terboboti Geografis dengan Pembobot Kernel Kuadrat Ganda untuk Data Kemiskinan di Kabupaten Jember (Geographically Weighted Regression with Kernel Bi-Square Weighting for Poverty Data in Jember Regency). *Forum Statistika dan Komputasi*, 15(2): 32-37.
- Ramadhan, R. F & Kurniawan, R. 2016. Pemodelan Data Kematian Bayi Dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. *Media Statistika*, 9(2): 95-106.
- Saefuddin, A., Setiabudi, N. A., & Achsan, N. A. 2011. On Comparison Between Ordinary Linier Regression and Geographically Weighted Regression: with Application to Indonesian Provety Data. *European Journal of Scientific Research*, 57(2) : 275-285.
- Yuhan, R. J. & Sitorus, J. R. H. 2017. Metode Geographically Weighted Regression Pada Karakteristik Penduduk Hampir Miskin Di Kabupaten/Kota Pulau Jawa. *Jurnal Ilmiah Widya Eksakta*, 1(1): 41-47.